

DİNAMİK -14



Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali Dayıođlu
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliđi Bölümü

14. HAFTA

Kapsam:

- Rijit cismin düzlemsel kinetiği
- Eylemsizlik momenti
- Öteleme hareketi denklemleri
- Dönme hareketi denklemleri
- Örnek problem çözümleri

6. Rijit Cisimin Düzlemsel Kinetiği

6.1 Eylemsizlik momentini

Cisimler belirli hacim ve şekle sahip oldukları için, cisme uygulanan kuvvet onun ötelenmesine ve dönmesine neden olabilir.

Cismin ötelenmesi $\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$ denklemi ile tanımlanır.

Momentinin neden olduğu dönme daha karmaşık bir etken olup; $\mathbf{M} = I \boldsymbol{\alpha}$ ile tanımlanır.

Burada I eylemsizlik momentine karşılık gelir.

Kütle cismin ivmelenmeye karşı olan direncinin bir ölçüsüdür ($\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$)

Eylemsizlik momentini cismin açısal ivmelenmeye karşı olan direncinin bir ölçüsüdür ($\mathbf{M} = I \boldsymbol{\alpha}$).

Eylemsizlik momentini cismi oluşturan bütün dm kütlelerinin bir eksene göre ikinci momentinin integrali olarak tanımlanır. Şekilde gösterilen rijit cisim için z eksenine göre eylemsizlik momentini:

$$I = \int_m r^2 dm$$

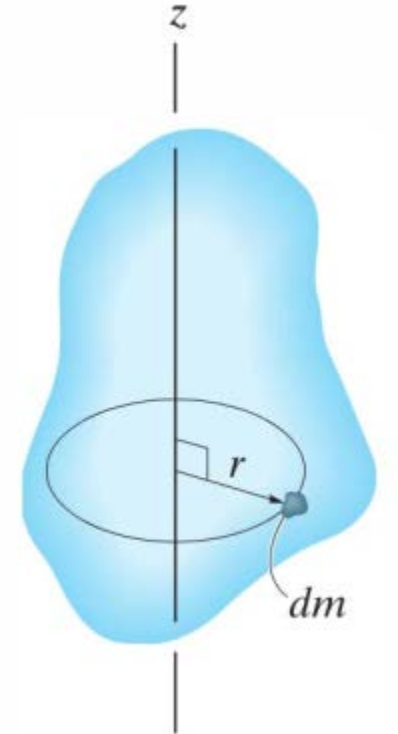
Burada r moment kolu uzunluğu olup; dm kütlelerine olan dik uzaklıktır.

Düzlemsel kinetik analizde eksen cismin G kütle merkezinden geçer.

Daima hareket düzlemine diktir.

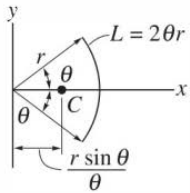
Kütle merkezi eylemsizlik momentini daima pozitifdir.

Birimi kg m^2 'dir.



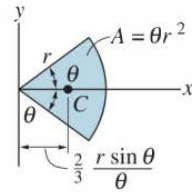
Bazı çizgi ve alanların geometrik özellikleri ve eylemsizlik momentleri

Ağırlık merkezi



Circular arc segment

Ağırlık merkezi



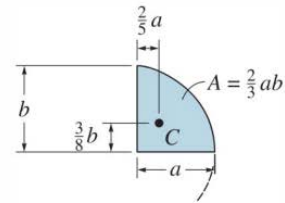
Circular sector area

Alan eylemsizlik momentleri

$$I_x = \frac{1}{4} r^4 (\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta)$$

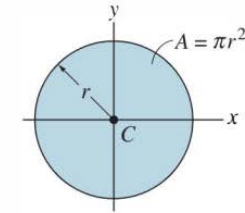
$$I_y = \frac{1}{4} r^4 (\theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta)$$

Ağırlık merkezi



Semiparabolic area

Ağırlık merkezi

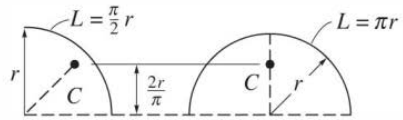


Circular area

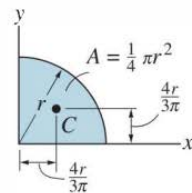
Alan eylemsizlik momentleri

$$I_x = \frac{1}{4} \pi r^4$$

$$I_y = \frac{1}{4} \pi r^4$$



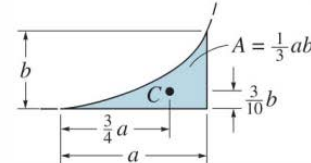
Quarter and semicircle arcs



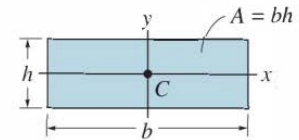
Quarter circle area

$$I_x = \frac{1}{16} \pi r^4$$

$$I_y = \frac{1}{16} \pi r^4$$



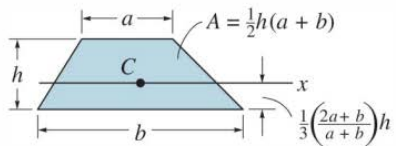
Exparabolic area



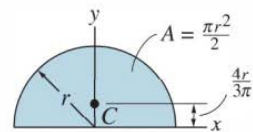
Rectangular area

$$I_x = \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} h b^3$$



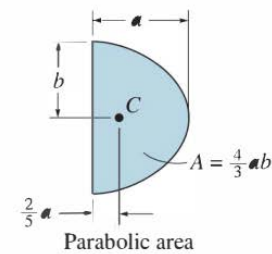
Trapezoidal area



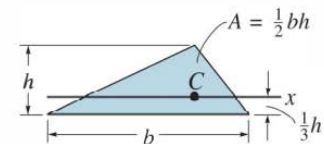
Semicircular area

$$I_x = \frac{1}{8} \pi r^4$$

$$I_y = \frac{1}{8} \pi r^4$$



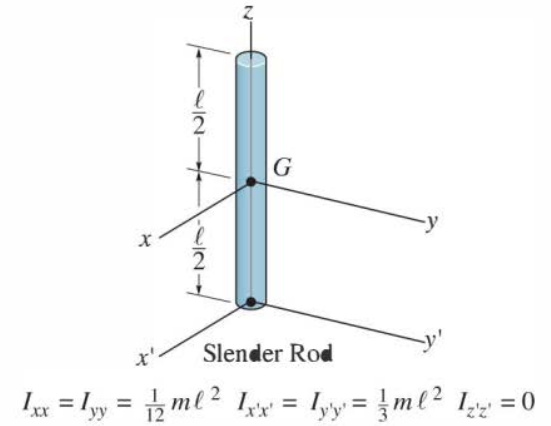
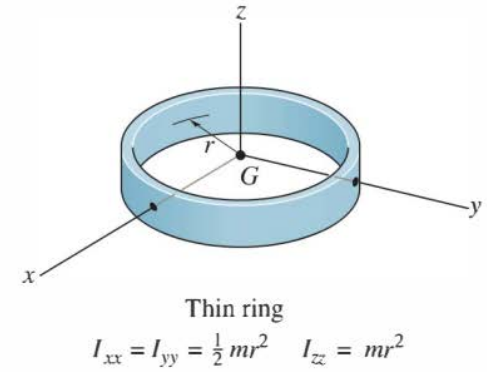
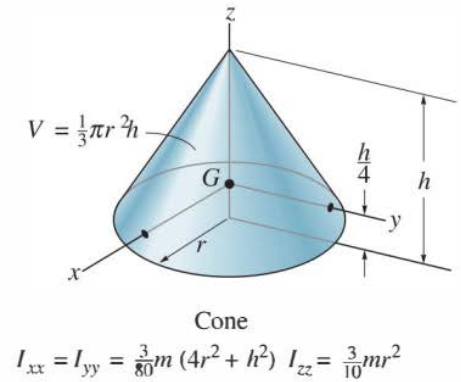
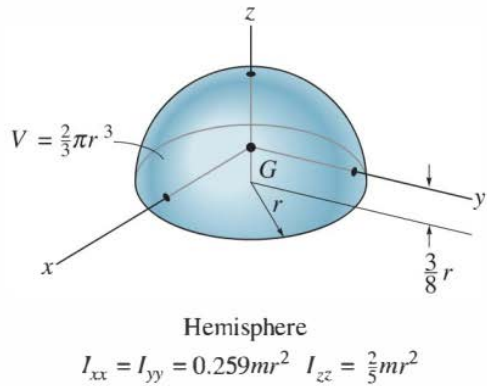
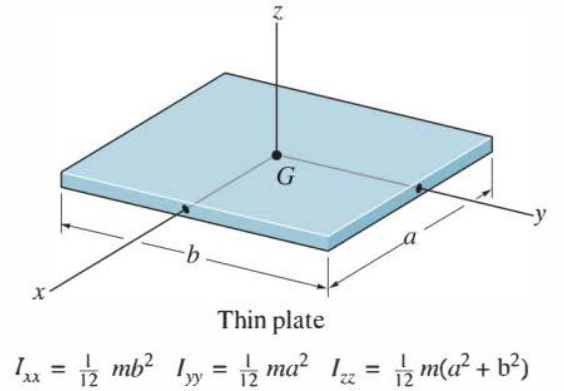
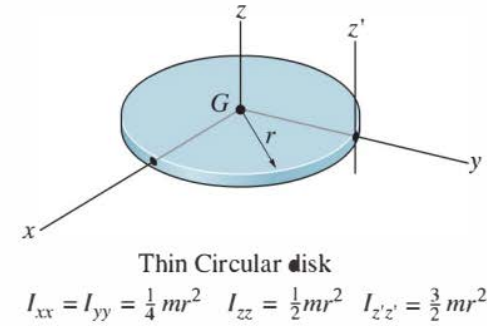
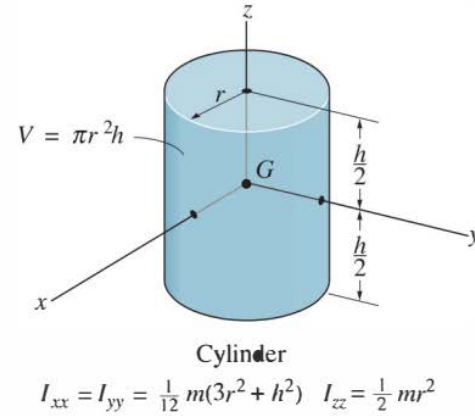
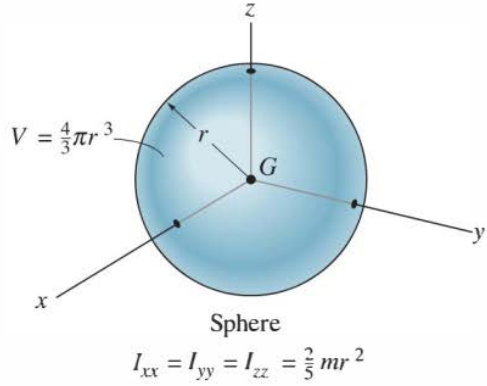
Parabolic area



Triangular area

$$I_x = \frac{1}{36} b h^3$$

Homojen cisimlerin ağırlık merkezleri ve kütle eylemsizlik momentleri



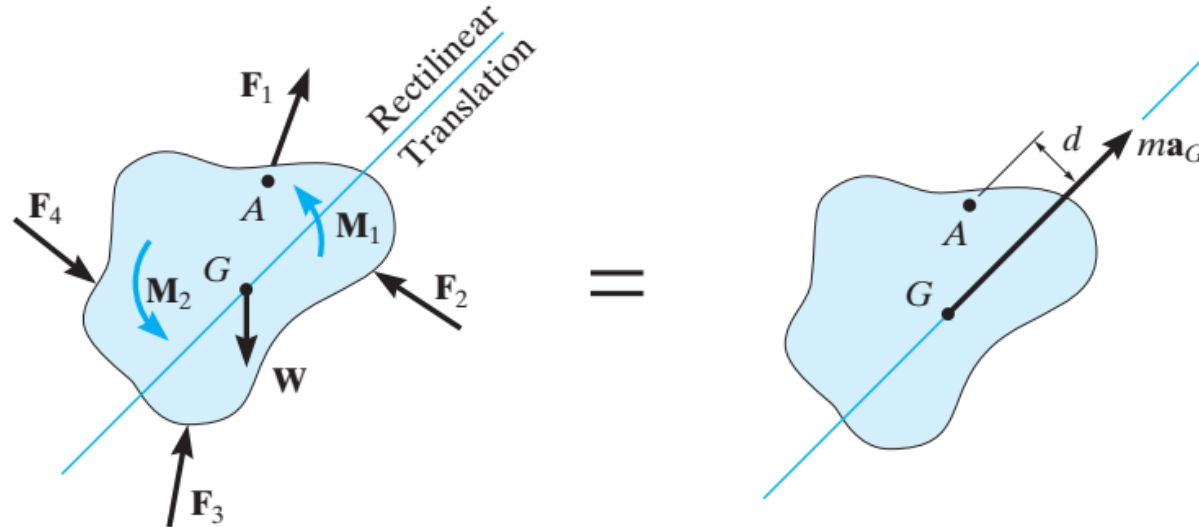
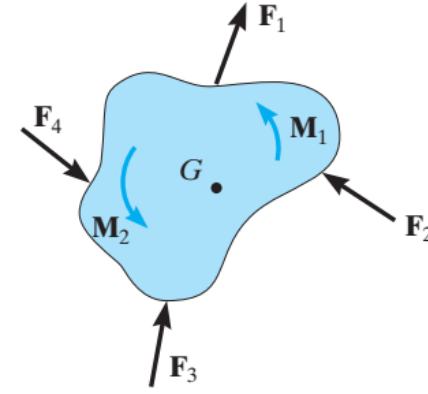
6.2 Doğrusal Öteleme

Doğrusal Öteleme Bir cisim *doğrusal öteleme* hareketi yaptığı zaman, cismin tüm parçacıkları paralel doğru yörüngeler boyunca hareket eder. Serbest cisim ve kinetik diyagramlar Şekil 17-9b'de gösterilmiştir. $I_G \alpha = 0$ olduğundan, kinetik diyagramda sadece ma_G 'ya yer verilmiştir. Buna göre, bu hald uygulanan hareket denklemleri

$$\Sigma F_x = m(a_G)_x$$

$$\Sigma F_y = m(a_G)_y$$

$$\Sigma M_G = 0$$



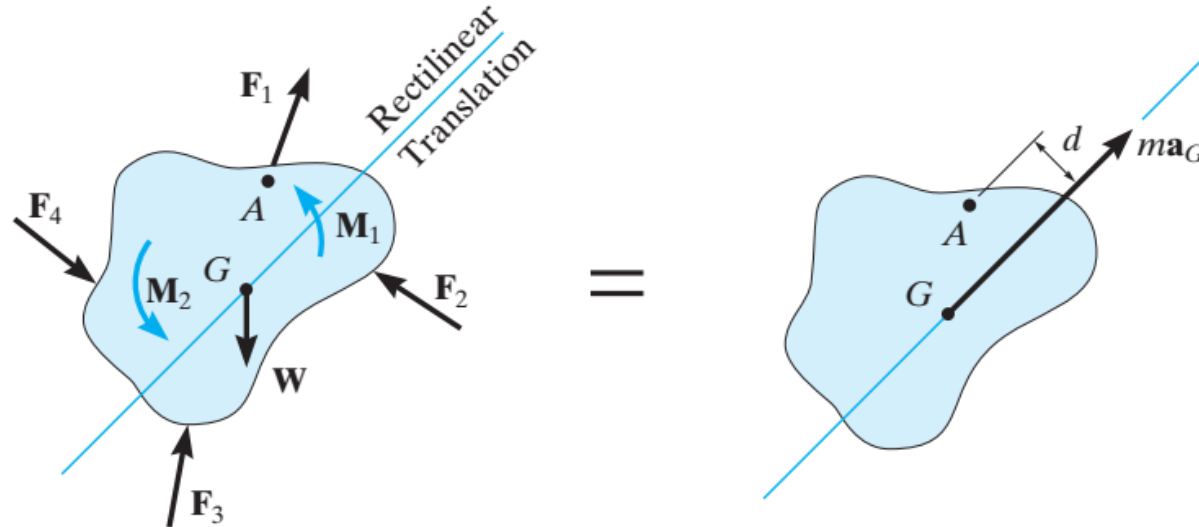
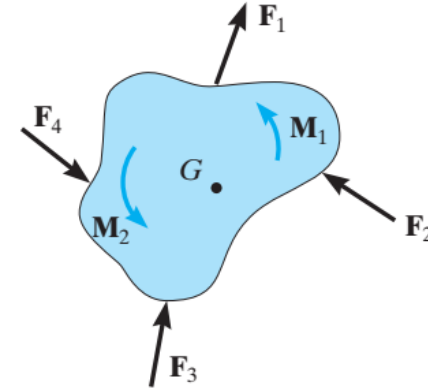
6.2 Doğrusal Öteleme

Doğrusal Öteleme Bir cisim *doğrusal öteleme* hareketi yaptığı zaman, cismin tüm parçacıkları paralel doğru yörüngeler boyunca hareket eder. Serbest cisim ve kinetik diyagramlar Şekil 17-9b'de gösterilmiştir. $I_G \alpha = 0$ olduğundan, kinetik diyagramda sadece ma_G 'ya yer verilmiştir. Buna göre, bu hald uygulanan hareket denklemleri

$$\Sigma F_x = m(a_G)_x$$

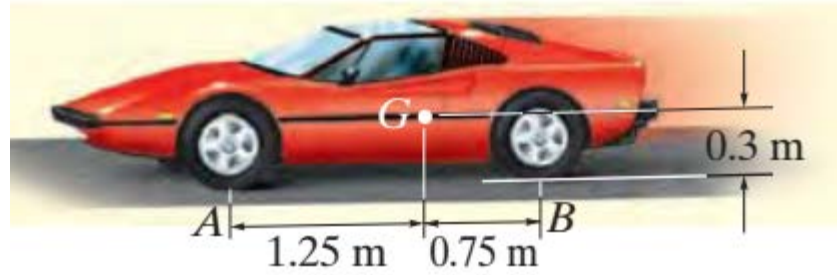
$$\Sigma F_y = m(a_G)_y$$

$$\Sigma M_G = 0$$



Örnek problem

Şekil 17–10a’da gösterilen arabanın kütlesi 2 Mg ’dir ve kütle merkezi G ’dir. Ön tekerlekler serbestçe dönebiliyorken, arkadaki "çekiş" tekerlekleri daima kaydığına göre, arabanın ivmesini belirleyiniz. Tekerleklerin kütlesini ihmal ediniz. Tekerlekler ve yol arasındaki kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.25$ ’dir.



Çözüm

ÇÖZÜM I

Serbest Cisim Diyagramı. Şekil 17–10b’de gösterildiği gibi, arka tekerleğin F_B sürtünme kuvveti arabayı ileri doğru iter ve *kayma olduğundan*, bu kuvvetin büyüklüğü ilgili N_B normal kuvvetinin büyüklüğüne $F_B = 0.25N_B$ denklemi ile bağlıdır. *Ön tekerlekler* üzerine etkiyen sürtünme kuvvetleri sıfırdır, çünkü bu tekerleklerin kütlesi ihmal edilmektedir.* Problemde üç bilinmeyen vardır: N_A , N_B ve a_G . Momentleri kütle merkezine göre alacağız. Arabanın (G) sola doğru, yani negatif x yönünde hızlandığı varsayılacaktır, Şekil 17–10b.

Hareket Denklemleri.

$$\rightarrow \sum F_x = m(a_G)_x; \quad -0.25N_B = -(2000 \text{ kg})a_G \quad (1)$$

$$+ \uparrow \sum F_y = m(a_G)_y; \quad N_A + N_B - 2000(9.81) \text{ N} = 0 \quad (2)$$

$$\downarrow + \sum M_G = 0; \quad -N_A(1.25 \text{ m}) - 0.25N_B(0.3 \text{ m}) + N_B(0.75 \text{ m}) = 0 \quad (3)$$

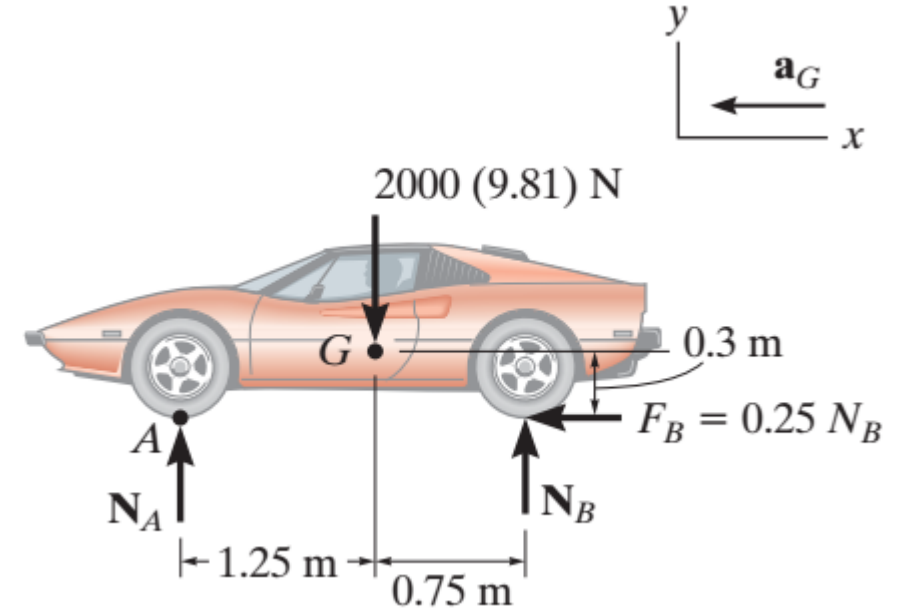
dir. Çözümünden

$$a_G = 1.59 \text{ m/s}^2 \leftarrow$$

$$N_A = 6.88 \text{ kN}$$

$$N_B = 12.7 \text{ kN}$$

Yanıt



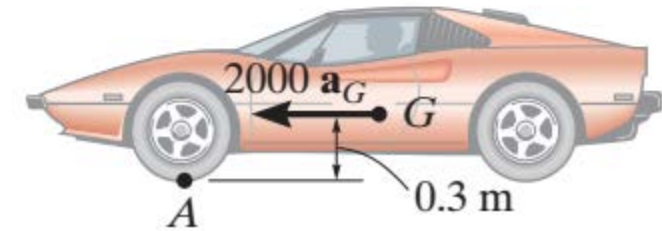
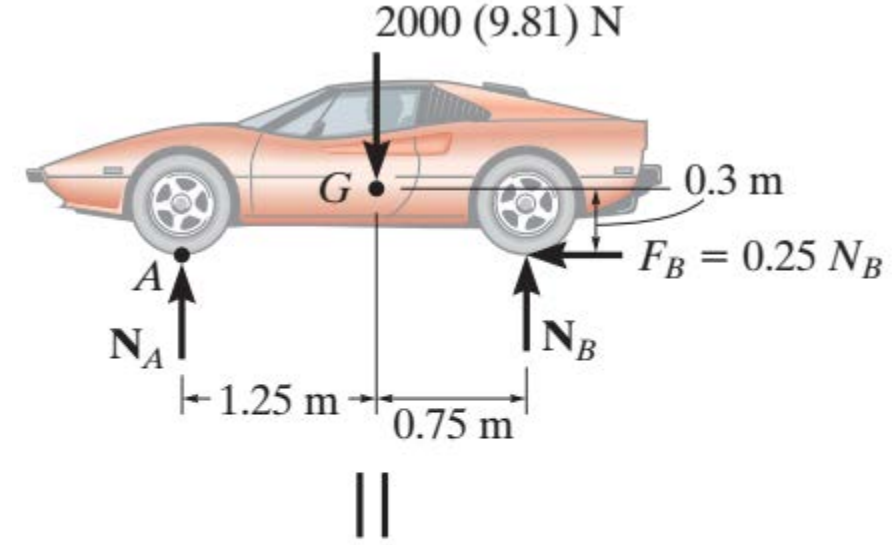
ÇÖZÜM II

Serbest Cisim ve Kinetik Diyagramları. "Moment" denklemi A noktasına uygulanırsa, N_A bilinmeyişi yok edilir. ma_G 'nin A 'ya göre momentini "görselleştirmek" için, analizin bir parçası için kinetik diyagramı işe katacağız, Şekil 17–10c.

Hareket Denklemi.

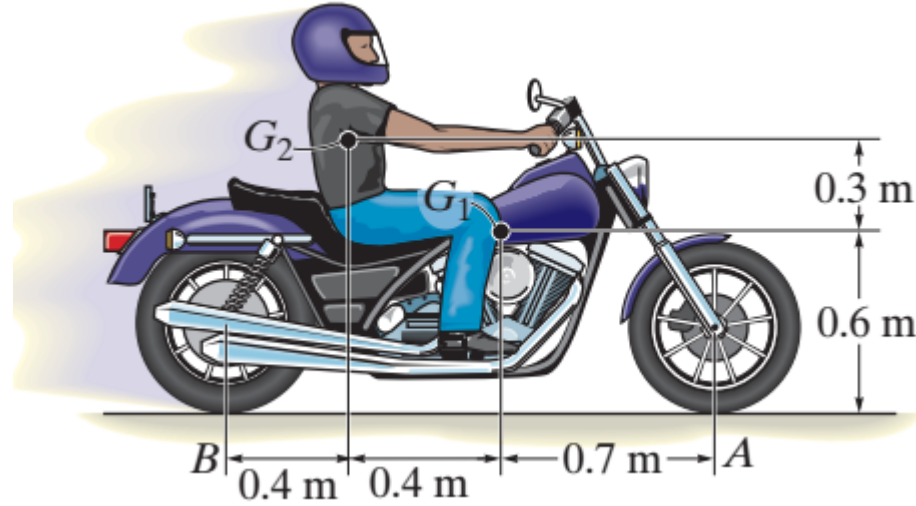
$$\downarrow + \sum M_A = \sum (\mathcal{M}_k)_A \quad N_B(2 \text{ m}) - 2000(9.81) \text{ N}(1.25 \text{ m}) = (2000 \text{ kg})a_G(0.3 \text{ m})$$

dir. Bu denklemden ve Denklem 1'den a_G çözülerek, Denklem 1, 2, 3'ten elde edilenden daha basit bir çözüme ulaşılır.



Örnek problem

Şekil 17–11a’da gösterilen motosiklet 125 kg’lık kütleyle sahiptir ve kütle merkezi G_1 ’dir. Sürücünün kütlesi ise 75 kg’dır ve kütle merkezi G_2 ’dir. Tekerlekler ve asfalt arasındaki statik sürtünme katsayısı $\mu_s = 0.8$ olduğuna göre, sürücünün ön tekerleği yerden kaldırmasının mümkün olup olmadığını belirleyiniz. Bunu yapmak için gerekli ivme nedir? Tekerleklerin kütlelerini ihmal ediniz ve ön tekerleğin serbestçe dönebildiğini varsayınız.



Çözüm

Serbest Cisim ve Kinetik Diyagramları. Bu problemde, motosikleti ve sürücüsünü analiz edilecek "sistem" olarak düşüneceğiz. Önce, $\bar{x} = \frac{\sum \tilde{x}m}{\sum m}$ ve $\bar{y} = \frac{\sum \tilde{y}m}{\sum m}$ denklemlerini kullanarak bu "sistem" in kütle merkezinin konumunu belirlemek mümkündür. Ancak burada, serbest cisim ve kinetik diyagramlarında gösterildiği gibi, Şekil 17-11b, sistemin *bileşen parçalarının* her birinin ağırlık ve külesini ayrı ele alacağız. Her iki parça da *aynı* ivmeyle hareket eder. Ön tekerleğin yerden kalkmak üzere olduğunu varsaydıığımızdan, normal tepki $N_A \approx 0$ olmalıdır. Bunun gerçekleşmesi için, sürtünme kuvveti $F_B \leq 0.8N_B$ olmalıdır, aksi takdirde kayma meydana gelir. Problemdeki üç bilinmeyen N_B , F_B ve a_G 'dir.

Hareket Denklemleri

$$\rightarrow \sum F_x = m(a_G)_x; \quad F_B = (75 \text{ kg} + 125 \text{ kg})a_G \quad (1)$$

$$+\uparrow \sum F_y = m(a_G)_y; \quad N_B - 735.75 \text{ N} - 1226.25 \text{ N} = 0 \quad (2)$$

$$\downarrow + \sum M_B = \sum (\mathcal{M}_k)_B \quad -(735.75 \text{ N})(0.4 \text{ m}) - (1226.25 \text{ N})(0.9 \text{ m}) \\ -(75 \text{ kg } a_G)(0.9 \text{ m}) - (125 \text{ kg } a_G)(0.6 \text{ m})$$

dir. Çözümünden

$$a_G = 9.81 \text{ m/s}^2 \rightarrow$$

$$N_B = 1.96 \text{ kN}$$

$$F_B = 1.96 \text{ kN}$$

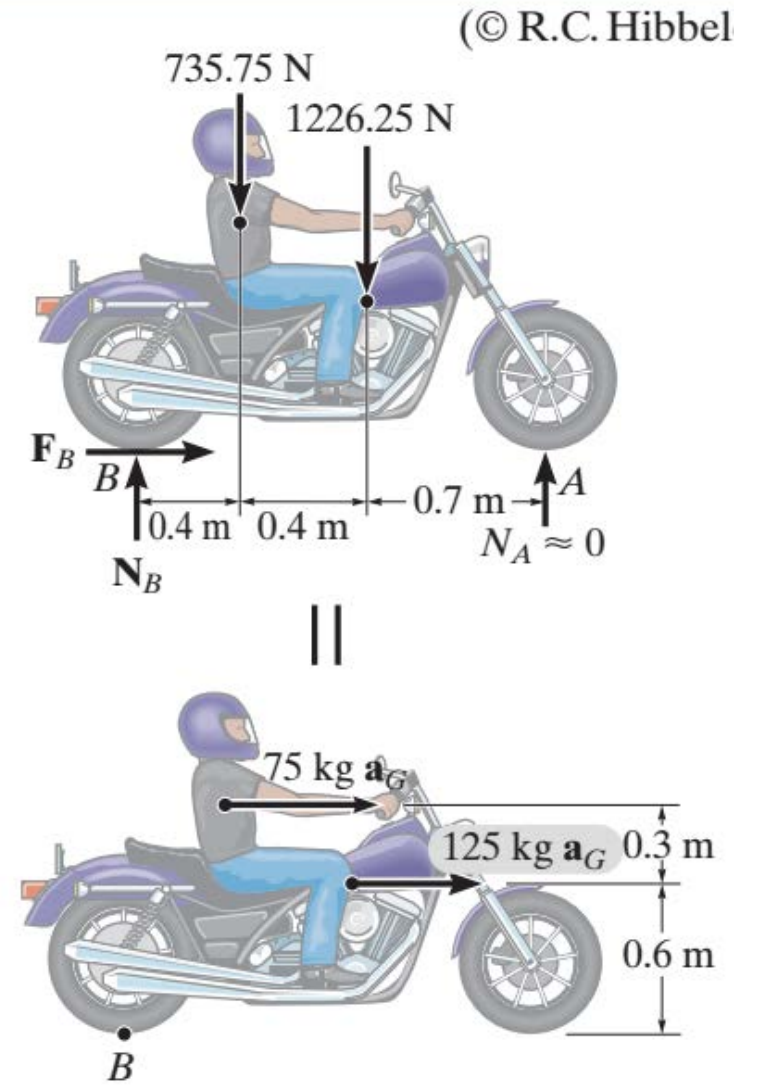
Yanıt

bulunur. B 'de olabilecek maksimum sürtünme kuvveti

$$(F_B)_{\text{maks}} = \mu_s N_B = 0.8(1.96 \text{ kN}) = 1.57 \text{ kN}$$

dir. Bu kuvvetin, gerekenden ($F_B = 1.96 \text{ kN}$) daha az olması nedeniyle, ön tekerleği yerden kaldırması *mümkün değildir*.

Not: Motosikletin maksimum ivmesi elde edilecekse, $F_B = 0.8N_B$ ve $N_A \neq 0$ alınır. Problemin, Örnek 17-5'tekine benzer şekilde çözülmesi gerekecektir. Çözümü bu şekilde arayınız ve $(a_G)_{\text{maks}} = 6.76 \text{ m/s}^2$ olduğunu gösteriniz.



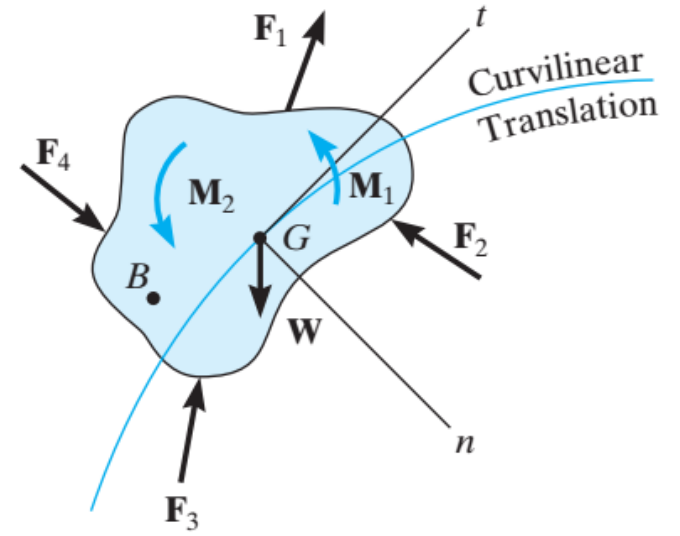
6.3 Eğrisel Öteleme

Eğrisel Öteleme: Bir cisim bir *eğrisel öteleme* hareketi yaptığı zaman, cismin tüm parçacıkları *paralel eğri yörüngeler* boyunca hareket eder. Analiz için, verilen anda cismin kütle merkeziyle çakışan bir orijine sahip olan ve eksenleri hareket yörüngesinin normal ve teğet doğrultularında seçilen bir eylemsiz koordinat sistemi kullanmak uygundur, Şekil 17–9c. Bu takdirde, hareketin üç skaler denklemi, $(a_G)_t$ ve $(a_G)_n$ G noktasının ivmesinin teğetsel ve normal bileşenlerinin büyüklüklerini göstermek üzere,

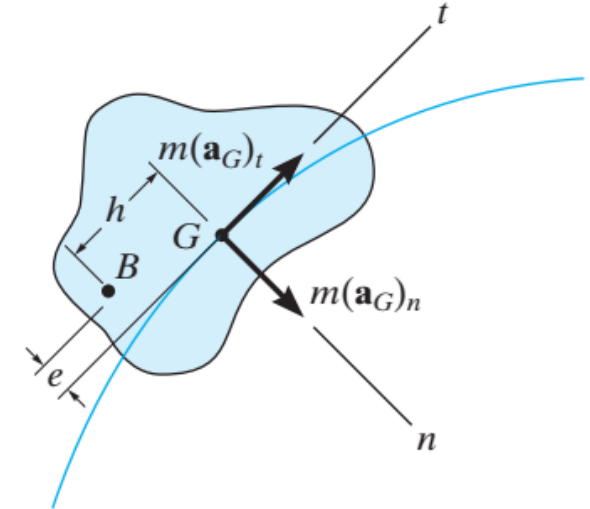
$$\Sigma F_n = m(a_G)_n$$

$$\Sigma F_t = m(a_G)_t$$

$$\Sigma M_G = 0$$



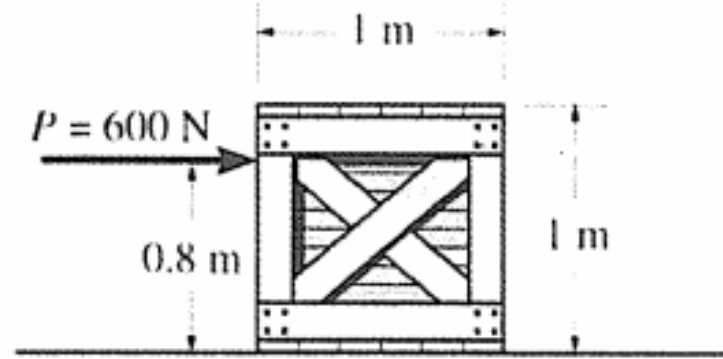
||



(c)

Örnek problem

50 kg'lık düzgün bir sandık, kinetik sürtünme katsayısı $\mu_k = 0.2$ olan yatay bir yüzey üzerinde durmaktadır. Sandığa, Şekil 17-12a'da gösterildiği gibi, $P = 600$ N'luk bir kuvvet uygulandığına göre, ivmesini belirleyiniz.



Çözüm

Serbest Cisim Diyagramı. \mathbf{P} kuvveti sandığın ya kaymasına ya da devrilmesine neden olur. Şekil 17–12b’de gösterildiği gibi, sandığın $F = \mu_k N_C = 0.2N_C$ olacak şekilde kaydığı varsayılmaktadır. Ayrıca, \mathbf{N}_C normal bileşke kuvveti, sandığın merkezinden geçen çizgiden ($0 < x \leq 0.5$ m olmalı üzere) x uzaklıktaki O noktasında etkimektedir.* Üç bilinmeyen N_C , x ve a_G ’dir.

Hareket Denklemleri.

$$\rightarrow \sum F_x = m(a_G)_x; \quad 600 \text{ N} - 0.2N_C = (50 \text{ kg})a_G \quad (1)$$

$$+ \uparrow \sum F_y = m(a_G)_y; \quad N_C - 490.5 \text{ N} = 0 \quad (2)$$

$$\downarrow + \sum M_G = 0; \quad -600 \text{ N}(0.3 \text{ m}) + N_C(x) - 0.2N_C(0.5 \text{ m}) = 0 \quad (3)$$

dir. Çözümünden

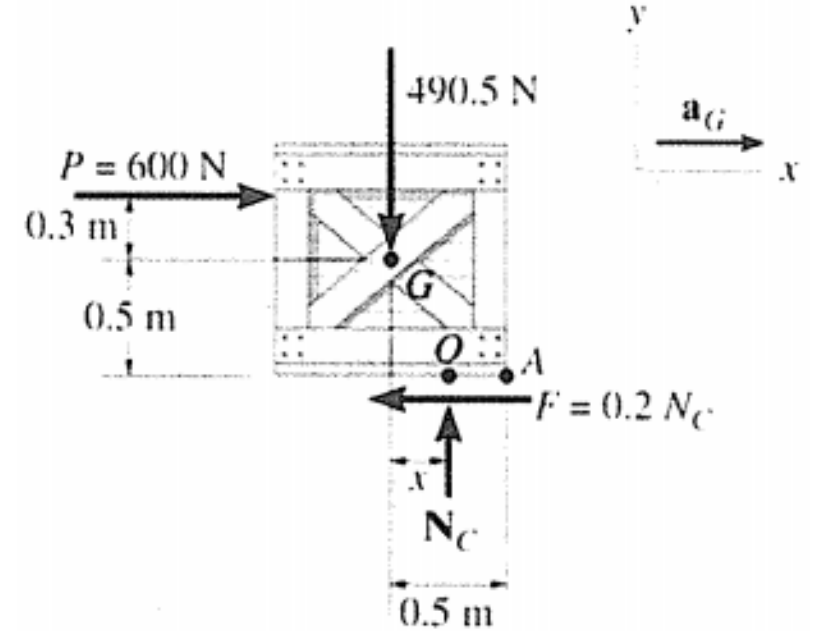
$$N_C = 490 \text{ N}$$

$$x = 0.467 \text{ m}$$

$$a_G = 10.0 \text{ m/s}^2 \rightarrow$$

Yanıt

bulunur. $x = 0.467 \text{ m} < 0.5 \text{ m}$ olduğundan, sandık gerçekten başta varsayıldığı gibi kayar. Çözüm $x > 0.5$ değerini verseydi, problem devrilme olacağı varsayımıyla yeniden ele alınacaktı. Bu halde, \mathbf{N}_C A köşe noktasında etki edecek ve $F \leq 0.2N_C$ olacaktı.



6.4 Sabit bir eksen etrafında dönme

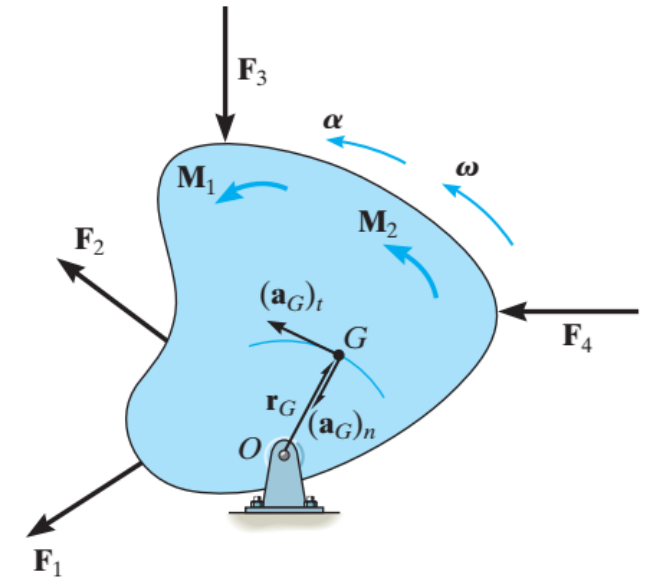
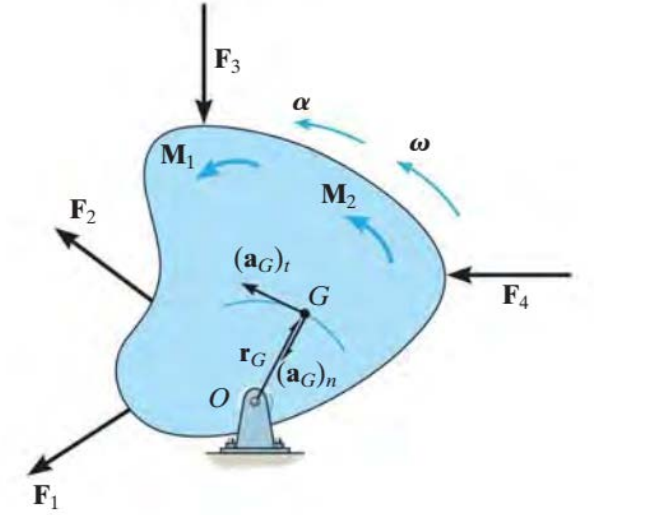
Şekil 17–14a’da gösterilen, O ’daki bir mafsaldan geçen ve sayfa düzlemine dik sabit bir eksen etrafında, düşey düzlemde dönen rijit cismi göz önüne alalım. Cisim üzerine etkiyen dış kuvvetler ve momentler açısal hız ve açısal ivmeye neden olmaktadır. Cismin G kütle merkezinin, *dairesel bir yolda* hareket etmesi nedeniyle, ivmesi teğetsel ve normal bileşenlerle ifade edilebilir. İvmenin teğetsel bileşeni $(a_G)_t = \alpha r_G$ büyüklüğüne sahiptir ve cismin α açısal ivmesiyle uyumlu bir doğrultuda etki etmelidir. İvmenin normal bileşeninin büyüklüğü $(a_G)_n = \omega^2 r_G$ ’dir. Bu bileşen daima G noktasından O ’ya doğru yönelir, ω ’nın yönüne bağlı değildir.

Cismin serbest cisim ve kinetik diyagramları Şekil 17–14b’de gösterilmiştir. Cisim üzerine etkiyen dış kuvvetleri gösterdiğinden, cismin $W = mg$ ağırlığı ve F_O mafsal tepkisi de serbest cisim diyagramında yer almaktadır. Kinetik diyagramda gösterilen $m(a_G)_t$ ve $m(a_G)_n$ bileşenleri, cismin kütle merkezinin teğetsel ve normal ivme bileşenleri ile ilişkilidir. Bu vektörler ivme bileşenleriyle aynı yönde etkir ve $m(a_G)_t$ ve $m(a_G)_n$ büyüklüklerine sahiptir. I_G , G noktasından geçen ve sayfa düzlemine dik olan eksene göre hesaplanan eylemsizlik momenti olmak üzere, $I_G \alpha$ vektörü α ile aynı yönde etkir ve $I_G \alpha$ büyüklüğüne sahiptir. Kesim 17.2’de elde edilen hareket denklemleri, burada

$$\Sigma F_n = m(a_G)_n = m\omega^2 r_G$$

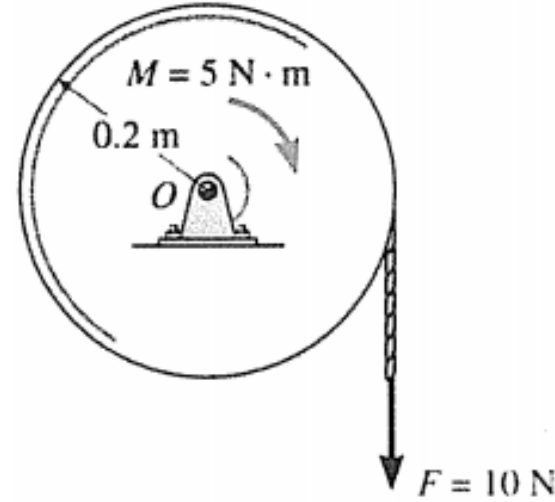
$$\Sigma F_t = m(a_G)_t = m\alpha r_G$$

$$\Sigma M_G = I_G \alpha$$



Örnek problem

Şekil 17–15a’da gösterilen 30 kg’lık disk, merkezinde mafsallanmıştır. Durağan halden harekete başladığına göre, diskin 20 rad/s’lik bir açısal hıza ulaşması için gerekli devir sayısını belirleyiniz. Ayrıca, mafsaldaki tepkiler ne olur? Diske, çevresine sarılı ipe uygulanan sabit $F = 10\text{ N}$ kuvveti ve sabit $M = 5\text{ N} \cdot \text{m}$ momenti etkimektedir. Hesaplama ipin kütlesini ihmal ediniz.



Çözüm

Serbest Cisim Diyagramı. Şekil 17–15b. Kütle merkezinin bir ivmeye maruz olmadığına, ancak diskin saat yönlü bir açısal hıza sahip olduğuna dikkat edilmelidir.

Diskün mafsala göre eylemsizlik momenti

$$I_O = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2}(30 \text{ kg})(0.2 \text{ m})^2 = 0.6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

dir. Üç bilinmeyen O_x , O_y ve α 'dır.

Hareket Denklemleri.

$$\begin{aligned} \rightarrow \sum F_x = m(a_G)_x; & \quad O_x = 0 & \text{Yanıt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \uparrow \sum F_y = m(a_G)_y; & \quad O_y - 294.3 \text{ N} - 10 \text{ N} = 0 & \text{Yanıt} \\ & \quad O_y = 304 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \downarrow + \sum M_O = I_O \alpha; & \quad -10 \text{ N}(0.2 \text{ m}) - 5 \text{ N} \cdot \text{m} = -(0.6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2) \alpha \\ & \quad \alpha = 11.7 \text{ rad/s}^2 \downarrow \end{aligned}$$

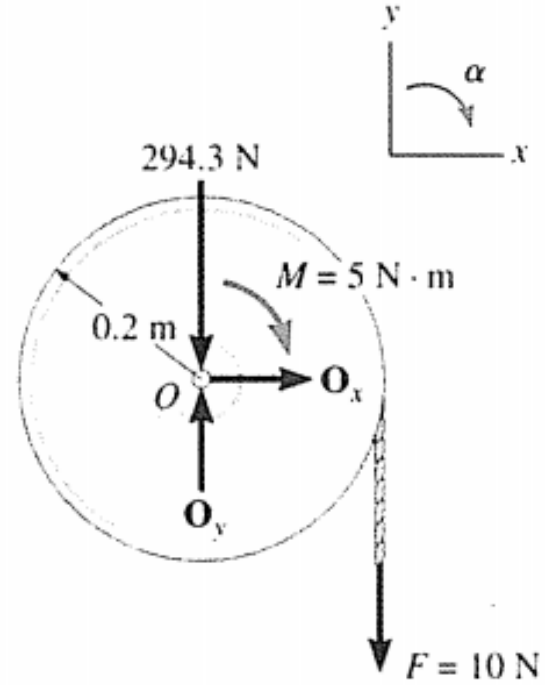
dir.

Kinematik. α sabit olduğundan ve dönme varsayıldığı gibi saat yönünde olduğundan, diskin saat yönünde 20 rad/s'lik bir açısal hız kazanması için

$$\begin{aligned} \downarrow + & \quad \omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha_c(\theta - \theta_0); \\ & \quad (-20 \text{ rad/s})^2 = 0 + 2(-11.7 \text{ rad/s}^2)(\theta - 0) \\ & \quad \theta = -17.1 \text{ rad} = 17.1 \text{ rad} \downarrow \end{aligned}$$

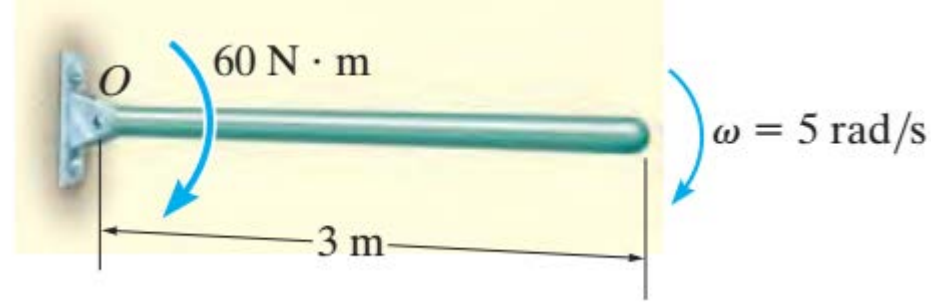
olmalıdır. Dolayısıyla

$$\theta = 17.1 \text{ rad} \left(\frac{1 \text{ dev}}{2\pi \text{ rad}} \right) = 2.73 \text{ dev} \downarrow$$



Örnek problem

Şekil 17–16a’da gösterilen 20 kg’lık ince çubuk, düşey düzlemde dönmektedir ve gösterilen anda $\omega = 5 \text{ rad/s}$ ’lik açısal hıza sahiptir. Çubuğun bu andaki açısal ivmesini ve pimdeki tepkinin yatay ve düşey bileşenlerini belirleyiniz.



Serbest Cisim ve Kinetik Diyagramları. Şekil 17–16b. Kinetik diyagramda gösterildiği gibi, G noktası dairesel bir yörüngede hareket etmektedir ve dolayısıyla iki ivme bileşenine sahiptir. Önemli bir husus, $a_t = \alpha r_G$ teğet bileşeninin, çubuğun α açısal ivmesi ile uyumlu olması gerektiğinden, aşağıya doğru olacaktır. Üç bilinmeyen O_n , O_t ve α 'dır.

Hareket Denklemleri

$$\begin{aligned} \leftarrow \sum F_n &= m\omega^2 r_G; & O_n &= (20 \text{ kg})(5 \text{ rad/s})^2(1.5 \text{ m}) \\ + \downarrow \sum F_t &= m\alpha r_G; & -O_t + 20(9.81) \text{ N} &= (20 \text{ kg})(\alpha)(1.5 \text{ m}) \\ \uparrow + \sum M_G &= I_O \alpha; & O_t(1.5 \text{ m}) + 60 + N &, m = \left[\frac{1}{12}(20 \text{ kg})(3 \text{ m})^2\right] \alpha \end{aligned}$$

çözülerek,

$$O_n = 750 \text{ N} \quad O_t = 19.0 \text{ N} \quad \alpha = 5.90 \text{ rad/s}^2 \quad \text{Yanıt}$$

elde edilir.

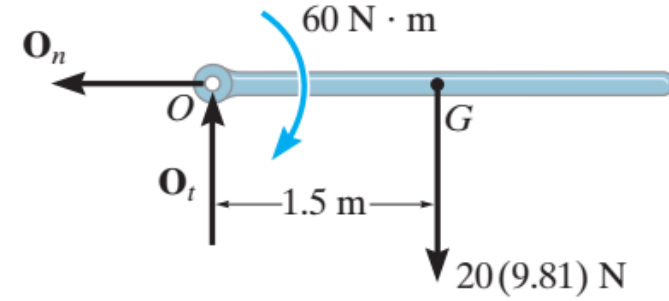
Bu problemin daha kısa yoldan çözümü, O_n ve O_t 'yi elimine etmek için O noktasına göre momentlerin toplamını almak ve α 'yı *doğrudan* buradan elde etmek şeklinde olacaktır. Böylece,

$$\begin{aligned} \uparrow + \sum M_O &= \sum (\mathcal{M}_k)_O; & 60 \text{ N} \cdot \text{m} + 20(9.81) \text{ N}(1.5 \text{ m}) &= \\ & & \left[\frac{1}{12}(20 \text{ kg})(3 \text{ m})^2\right] \alpha + [20 \text{ kg}(\alpha)(1.5 \text{ m})](1.5 \text{ m}) & \\ & & \alpha &= 5.90 \text{ rad/s}^2 \end{aligned} \quad \text{Yanıt}$$

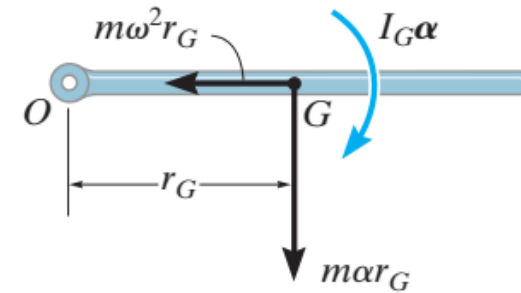
bulunur. Aynı zamanda, ince çubuk için $I_O = \frac{1}{2}ml^2$ olduğundan,

$$\begin{aligned} \uparrow + \sum M_O &= I_O \alpha; & 60 \text{ N} \cdot \text{m} + 20(9.81) \text{ N}(1.5 \text{ m}) &= \left[\frac{1}{12}(20 \text{ kg})(3 \text{ m})^2\right] \alpha \\ & & \alpha &= 5.90 \text{ rad/s}^2 \end{aligned} \quad \text{Yanıt}$$

şeklinde de çözüme ulaşmak mümkündür. Karşılaştırma yapılırsa, son denklemin problemin en basit çözümünü verdiği ve kinetik diyagram kullanılmasını gerektirmediği görülür.

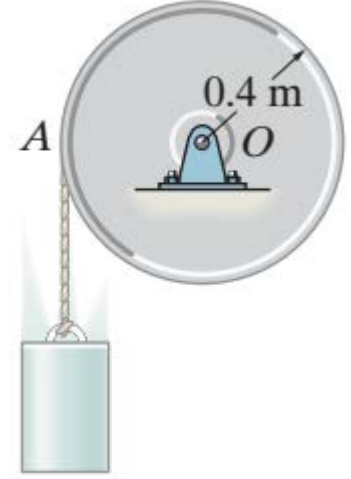


||



Örnek problem

Şekil 17–17a’da gösterilen volan 60 kg’lık kütleyle ve $k_O = 0.25 \text{ m}^2$ ’lik eylemsizlik yarıçapına sahiptir. Kütleli ihmal edilebilen bir ip volanın etrafına sarılmış ve 20 kg kütleli bir bloğa bağlanmıştır. Blok serbest bırakıldığına göre, volanın açısal ivmesini belirleyiniz.



Çözüm

Serbest Cisim Diyagramı. Burada volan ve bloğu ayrı ayrı ele alacağız, Şekil 17–17b. Bloğun aşağı doğru a ile hızlandığı kabul edilirse, volanın α açısal ivmesi saatin tersi yönde olur.

Volanın eylemsizlik momenti,

$$I_O = mk_O^2 = (60 \text{ kg})(0.25 \text{ m})^2 = 3.75 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

dir. Beş bilinmeyen vardır: O_x , O_y , T , a ve α .

Hareket Denklemleri. Hareketin $\sum F_x = m(a_G)_x$ ve $\sum F_y = m(a_G)_y$ öteleme denklemlerinin volana uygulanması, bu denklemler O_x ve O_y bilinmeyenlerini içerdiğinden, çözüm vermez. Volan ve blok için, sırasıyla,

$$\downarrow + \sum M_O = I_O \alpha; \quad T(0.4 \text{ m}) = (3.75 \text{ kg} \cdot \text{m}^2) \alpha \quad (1)$$

$$+ \uparrow \sum F_y = m(a_G)_y; \quad -20(9.81) \text{ N} + T = -20a \quad (2)$$

dır.

Kinematik. Volan ve ipin A değme noktası, a ivmesinin teğetsel bileşeni-ne sahip olduğundan, Şekil 17–17a,

$$\downarrow + a = \alpha r; \quad a = \alpha(0.4) \quad (3)$$

dür.

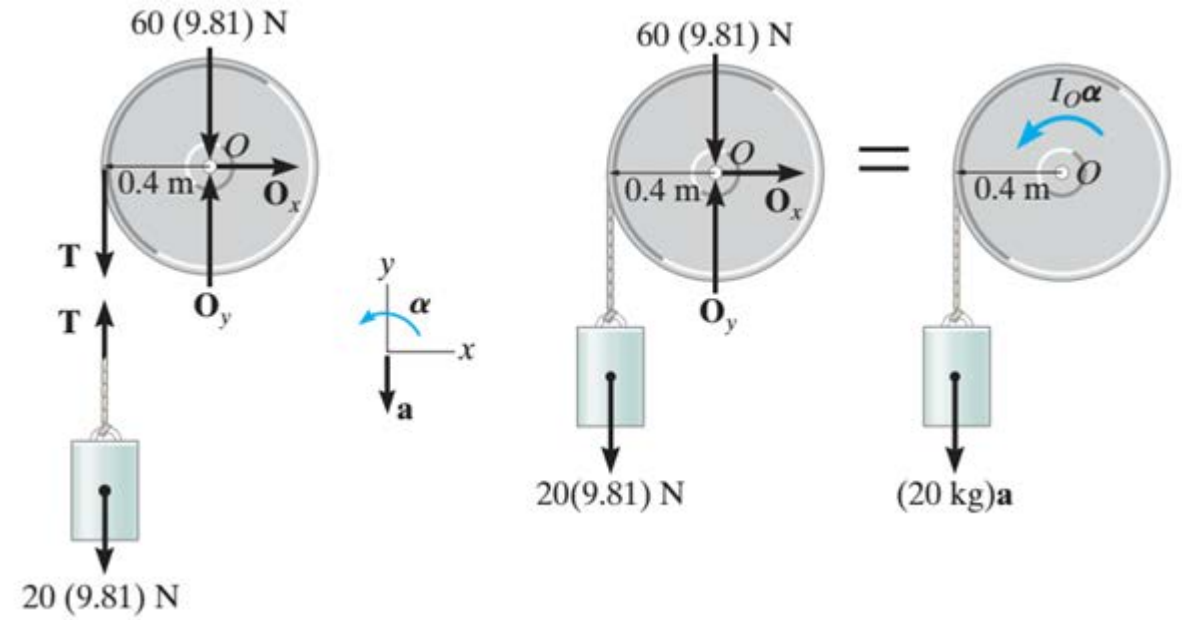
Bu denklemler çözülerek,

$$T = 106 \text{ N}$$

$$a = 4.52 \text{ m/s}^2$$

$$\alpha = 11.3 \text{ rad/s}^2 \nearrow$$

Yanıt



ÇÖZÜM II

Serbest Cisim ve Kinetik Diyagramları. Volan ve blok tek sistem olarak düşünülerek, T kablo kuvveti analizden çıkartılabilir, Şekil 17–17c. O noktasına göre momentler toplamı alınacağından, kinetik diyagram gösterilmektedir.

Hareket Denklemleri. Denklem 3'ü kullanarak ve O_x ve O_y bilinmeyenlerini yok etmek için O 'ya göre moment denklemini uygulayarak,

$$\downarrow + \sum M_O = \sum (\mathcal{M}_k)_O; \quad 20(9.81) \text{ N}(0.4 \text{ m}) = (3.75 \text{ kg} \cdot \text{m}^2) \alpha + \{20 \text{ kg}(0.4 \text{ m} \alpha)\}(0.4 \text{ m})$$
$$\alpha = 11.3 \text{ rad/s}^2 \nearrow \quad \text{Yanıt}$$

elde ederiz.

Not: Blok kaldırılıp ipin ucuna $20(9.81) \text{ N}$ 'luk bir kuvvet uygulandığında, $\alpha = 20.9 \text{ rad/s}^2$ olacağını gösteriniz ve sonuçlardaki farkın nedenini açıklayınız.

Ders Kitabı:

- Hibbeler, 2014. Mühendislik Mekaniği – Dinamik, Literatür Yayıncılık, İstanbul
Çevirenler: Ayşe Soyuçok, Özgün Soyuçok,
Orijinal isimi: Engineering Mechanics SI Metric Edition, Dynamics.

Kullanılan Kaynaklar:

- Ferdinand Beer, Phillip Cornwell, E. Russell Johnston 2014. Mühendisler için Vektör Mekaniği Dinamik Literatür Yayıncılık, İstanbul, Çevirmen: Osman Kopmaz, Ömer Gündoğdu.
Orijinal isimi: Vector Mechanics for Engineers: Dynamics
- Hibbeler, R. C., 2015. Engineering Mechanics: Dynamics, 14th Edition, Prentice Hall, New Jersey USA.
- Meriam, J. L. , Kraige, L. G. 2012. Engineering Mechanics: Dynamics, John Wiley & Sons, USA